ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 SEPTEMBRE 1909.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Images monochromatiques multiples du Soleil, données par les raies larges du spectre.* Note de MM. **H. Deslandres** et **L. d'Azambuja.**

Les premières images monochromatiques du Soleil avec les raies noires du spectre ont été obtenues en 1894 par Deslandres, qui a signalé en même temps la très grande extension que comporte cette application nouvelle du spectrohéliographe. Ces images révèlent, sur le disque entier, la distribution et l'intensité de la vapeur atmosphérique qui a produit la raie noire par son absorption, et comme les raies noires sont au nombre de 20000, et comme chacune d'elles peut *a priori* donner une image différente, le champ nouveau ouvert à l'investigation des astronomes s'annonce comme extrêmement large.

On peut encore aller plus loin. Les raies noires larges du spectre n'ont pas un éclat uniforme; et de même aussi les raies ordinaires, quoique d'une manière moins visible. Elles sont formées de parties plus ou moins distinctes qui, en général, vont en se rétrécissant vers le centre et qui correspondent à des couches successives de la vapeur, de densité décroissante. C'est ainsi que, en 1893 et 1894 (¹), Deslandres signale particulièrement, entre autres raies larges, les raies exceptionnelles H et K, les plus larges du spectre, qui se divisent en trois composantes nettement distinctes, à savoir

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CXVII, 1893, p. 1053, et t. CXIX, 1894, p. 148.

H_1 K_1 qui sont larges et noires, H_2 K_2 qui sont brillantes et doubles, H_3 K_3 qui sont fines et noires. Ces trois composantes révèlent trois couches superposées de la vapeur, qui doivent comprendre la chromosphère entière du Soleil ; car, au bord solaire extérieur, la raie fine brillante qui correspond à la raie noire fine K_3 s'élève plus haut que toutes les autres, et même que la raie rouge de l'hydrogène.

Ces premières recherches de 1894 ont été faites avec un spectrohéliographe à un seul prisme, peu dispersif, organisé pour donner le mieux possible l'image de la couche moyenne K_2 du calcium ([1]). On a pu isoler une portion de la raie K_1, et les raies noires voisines les plus larges du fer, de l'aluminium et du carbone. L'opération est facile avec la raie K, qui est très large ; mais, avec les autres raies, il a fallu diminuer le plus possible la seconde fente et isoler la raie tout entière. Les images obtenues, qui décèlent pour la première fois la couche basse de l'atmosphère ou couche renversante, ont des caractères communs, qui les distinguent à première vue des images de la couche moyenne K_2, relevée depuis 1892 : les plages faculaires sont brillantes au centre comme au bord du disque dans les deux couches, mais elles sont notablement plus larges dans la couche K_2, où elles empiètent souvent sur les taches dont la pénombre est mal marquée. Dans K_1, l'ombre et la pénombre sont, au contraire, nettes et bien délimitées.

Le petit appareil de 1894 a donné les deux premières couches, mais il est insuffisant pour la couche supérieure ; car la raie K_3 ne peut être isolée que par des appareils puissants, comme la plupart des raies noires du spectre solaire, qui sont relativement fines. Cependant la voie à suivre était nettement indiquée, et, si les progrès ultérieurs ont été lents, la cause en est, tout au moins en France, au manque de ressources.

La recherche des images à raies noires est reprise en 1903 à l'Observatoire Yerkes par Hale et Ellermann avec la grande lunette de 20^m et un grand spectrohéliographe nouveau à réseau et à prismes. La dispersion déjà grande leur permet d'isoler un nombre de raies de la couche renversante plus grand qu'en 1894, et en plus les raies verte, bleue et violette de l'hydrogène. Ils confirment les résultats de 1894 sur la couche renversante

---

([1]) L'image K_2 de cette époque serait appelée plus justement image K_{23}, puisqu'elle est un mélange des lumières K_2 et K_3, mais la lumière K_2 est prépondérante et masque en grande partie la lumière K_3. De même, d'après la Note actuelle, les images américaines de l'hydrogène avec H_α représentent la réunion des couches moyenne et supérieure et peuvent être appelées *images de la couche moyenne*.

avec un détail en plus pour la couche K_1 : les plages faculaires de cette couche, plus étroites que celles de K_2, y sont d'autant plus étroites que la portion isolée de K_1 est plus éloignée du centre. L'hydrogène, d'autre part, donne un résultat nouveau et curieux : les plages faculaires s'y montrent, mais renversées; elles sont noires par rapport au fond, et non plus brillantes.

Hale continue la même recherche au mont Wilson avec des appareils encore plus puissants, et, en 1908, il obtient l'image de la raie rouge H_α de l'hydrogène, différente des images données par les autres raies du même gaz, et beaucoup plus riche en fins détails. Il annonce qu'il reconnaît sur ces images autour des taches un tourbillon à axe vertical qui est permanent alors que les indices d'un mouvement similaire ne sont visibles qu'une fois sur vingt, comme on sait, sur la surface même de l'astre. En même temps, l'image nouvelle est présentée comme due à la couche supérieure de l'hydrogène.

Le résultat est important, d'autant que les images obtenues sont magnifiques ; mais il est incomplet, car les astronomes américains ont isolé dans chaque cas la raie entière (la raie K_1 exceptée) et ils ont seulement l'image de l'ensemble de la vapeur. Ils n'ont pas cherché à reconnaître la part qui revient à chaque partie de la raie dans cette image et à séparer les couches successives de la vapeur. Cependant cette recherche est particulièrement intéressante, et celle qui montre le mieux la puissance des nouvelles méthodes.

Nous nous sommes proposé de poursuivre l'étude commencée en 1894 avec la raie K et de faire une dissection aussi complète que possible de chaque raie noire, en cherchant surtout à dégager la couche supérieure, qui, notablement moins brillante que les couches plus basses, est masquée dans l'image de l'ensemble de la vapeur. Ces couches supérieures sont d'ailleurs les plus intéressantes, étant celles qui, probablement, ont les variations les plus fortes ; et elles ont un attrait spécial de nouveauté, puisque l'homme, fixé au sol, connaît mal nécessairement les parties élevées de sa propre atmosphère.

En 1906, nous avons étudié à ce point de vue les raies larges du fer 404 et 438, qui offrent nettement deux parties distinctes : une raie centrale bien noire et, de chaque côté, de larges dépendances dégradées. Déjà, en 1894, ces raies avaient été isolées, mais entières, et leur image avait montré toutes les plages faculaires, brillantes et étroites. Or, nous avons reconnu que ces plages brillantes sont émises seulement par les parties dégradées; le centre

donne une image différente avec un petit réseau spécial d'inégalités. Or, le fer appartient à la couche renversante ; on est donc conduit à admettre des subdivisions dans cette première couche basse de l'atmosphère. Cette recherche a été faite avec un spectrohéliographe à réseau et chambre de $3^{m},40$ d'un type nouveau. Mais l'appareil ne donnait pas l'image entière de l'astre et était fortement gêné par l'exiguïté de la salle et de son support.

En 1907, les conditions deviennent plus favorables. Un crédit spécial, accordé par le Gouvernement, permet de construire une grande salle et un grand spectrohéliographe ([1]). Ce dernier, qui est muni de moteurs électriques synchrones, a été présenté comme une solution générale du spectrohéliographe, et décrit dans les Notes précédentes. Dans sa forme actuelle il comprend quatre spectrohéliographes distincts réunis autour d'un même collimateur, à savoir : un à réseau de $2^{m},80$, deux à trois prismes de 3^{m} et un grand de 14^{m} à trois fentes, à réseau ou à prismes, qui donne, comme les trois autres, une image entière de l'astre et qui isole mieux, mais en exigeant une pose plus longue ou une image plus petite.

Nous avons pu ainsi en 1908, avec le grand appareil de 14^{m}, révéler une couche nouvelle, la couche supérieure K_3, et reconnaître ses caractères principaux. Si l'on s'élève en partant de la surface, les taches diminuent progressivement, et souvent jusqu'à disparaître, alors que les plages faculaires augmentent; en même temps apparaissent, dans la couche supérieure, des lignes nouvelles, noires et parfois très longues, appelées *filaments et alignements*, qui la caractérisent et sont opposées aux points noirs plus ou moins ronds qui sont les taches. L'étude de la large raie K est dès à présent complète.

Cette année nous avons fait des recherches similaires sur les raies de l'hydrogène et du fer, et au début sur la raie rouge H_α de l'hydrogène. Hale, qui a isolé en 1908 la raie entière ou presque entière, a présenté l'image obtenue comme due à la couche supérieure de l'hydrogène, mais Deslandres a remarqué qu'elle devait plutôt représenter un mélange de couches différentes. Car, au bord solaire extérieur, la raie a nettement la forme en fer de lance; et de plus Rowland et Jewell ont reconnu trois parties dans la raie noire, une partie centrale et une partie moyenne assez peu distinctes, d'une largeur totale de $0^{A},96$, et une partie extérieure ou dégradée, qui élève la largeur à $1^{A},24$. Ces nombres ne sont que des moyennes.

([1]) Voir *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 229; t. CXLIII, 1906, p. 1210, et t. CXLVIII, 1909, p. 968.

D'autre part, si l'on examine les épreuves publiées par Hale, celle du 30 avril 1908 a été faite avec une fente de $0^{A},90$; et celle du 7 octobre, distribuée par la Royal Astronomical Society, correspond à une seconde fente de $1^{A},70$. Ces deux images, d'ailleurs très belles et très riches en détails, sont probablement un mélange de deux et trois couches.

Pour vérifier le fait et séparer les couches supposées, nous avons isolé des portions différentes de la raie H_{α} avec notre spectrohéliographe à réseau de $2^{m},80$, notablement plus dispersif que l'appareil américain (1^{mm} du spectre représente $6^{A},2$ à Meudon et 22^{A} au mont Wilson); les premiers résultats ont été déjà publiés (*Comptes rendus*, t. CXLVIII, 1909, p. 1011 et 1235). Avec une seconde fente de $0^{A},22$, les images successives de H_{α} sont différentes, et dès à présent la complexité des images américaines est un fait certain. Mais ces images correspondent-elles aux trois divisions de Rowland? La réponse est immédiate pour la seule image du centre qui représente sans doute possible la couche supérieure de l'hydrogène. Or, elle diffère absolument de l'image américaine; elle est beaucoup plus simple et a comme détails principaux justement les détails de la couche supérieure K_3 du calcium, c'est-à-dire les mêmes filaments noirs et les mêmes plages brillantes. Les deux couches ont donc les mêmes caractères généraux.

Pour les deux autres images, il y a un certain doute. L'image moyenne ressemble à l'image du mont Wilson, et l'image de la partie extérieure offre en noir les plages faculaires. Mais nous avons constaté que les bords des parties moyenne et dégradée sont fort sinueux, le premier surtout; ces sinuosités introduisent des détails parasites dans les images, dont il faut doser la valeur. Or, en gros, les élargissements de H_{α} se trouvent coïncider avec les augmentations d'éclat de K_2 et K_3, et ces sinuosités peuvent expliquer ces deux dernières images. De nouvelles recherches sont nécessaires.

Nous avons alors repris la même étude et la même série d'images, mais plus complète, avec une seconde fente large de $0^{A},12$ et le grand spectrohéliographe à réseau et à trois fentes de 14^{m} qui est trois fois plus dispersif et qui, éliminant la lumière diffuse intérieure et les effets de la réflexion sur les bords de la fente, est encore avantageux à d'autres égards. L'image du centre est encore plus simple qu'avec l'appareil précédent; elle n'offre presque plus de petits détails [1] et elle a l'aspect d'une image de la surface,

---

[1] Cette remarque s'applique à nos images, larges de 40^{mm} ou 60^{mm}; elle pourrait ne plus être vraie avec des images plus grandes et meilleures. Mais les différences que nous signalons entre les images du centre et des bords subsisteront toujours.

avec cette première différence que les points noirs des taches y sont remplacés par les lignes noires des filaments. Les plages faculaires sont encore plus nombreuses, aussi brillantes au centre qu'au bord, mais réduites à des crêtes ou arêtes qui ont souvent, comme les filaments, la forme de fils, mais de fils beaucoup moins longs ([1]).

D'autre part, la partie moyenne de H_α donne une image qui lui est propre et est distincte des sinuosités du bord, si toutefois on se tient à une distance suffisante de ce bord. Cette image se rapproche beaucoup de l'image américaine et elle est, comme cette dernière, très riche en petits détails; c'est sur elle qu'on voit bien les grains allongés, les petites lignes qui donnent aux alentours des taches et filaments l'aspect d'un liquide en mouvement, ou qui rappellent les lignes de force d'un champ électrique ou magnétique. Quant à la partie dégradée de la raie, large de $0^A,14$, elle offre comme détails principaux les plages faculaires en noir; mais elle est trop étroite pour que l'influence des bords sinueux puisse être écartée, et le doute subsiste toujours au sujet de son origine.

Nous avons alors étudié de la même manière la raie H_γ, large de $0^A,44$, avec le même appareil et une fente de $0^A,05$; or, le centre de la raie et les autres parties nous ont donné seulement les plages faculaires noires ([2]). On comprend que Hale, qui a isolé la raie entière, ait eu aussi le même résultat. En tout cas, l'influence des bords, d'ailleurs peu sinueux, avec H_γ, n'entre plus en ligne de compte; et les plages faculaires noires doivent être bien rapportées à l'hydrogène et même à une couche basse de ce gaz.

La conclusion finale sur l'hydrogène est la suivante :

L'hydrogène a, comme le calcium, au moins trois couches distinctes : une couche basse qui produit en grande partie la raie H_γ et vraisemblablement aussi la partie dégradée de H_α; une couche moyenne, qui correspond à la partie moyenne de H_α, et enfin une couche supérieure quatre à cinq fois moins brillante que la précédente et donnée par la partie centrale de la raie, large environ de $0^A,15$.

Les images américaines, avec la fente de $0^A,9$, offrent le mélange des deux dernières couches ou plutôt la couche moyenne, la plus brillante des deux; mais, avec cette fente, le bord sinueux doit jouer encore un rôle.

([1]) Nous avons observé parfois le fait curieux qui est le suivant : l'image est plus pâle au centre qu'au bord et présente ainsi un phénomène inverse de celui offert par la surface.

([2]) Même les plages faculaires deviennent plus étroites lorsqu'on s'éloigne du centre de la raie.

Quant à la couche supérieure, elle a été révélée par nos épreuves, qui ont montré ses caractères principaux et ses points communs avec la couche K_3; d'autre part, ces trois couches du calcium et de l'hydrogène ont de grandes différences, dont la cause exacte est encore à déterminer.

Ensuite, avec le même grand spectrohéliographe de 14^m et une fente de $0^A,04$, nous avons étudié les images des différentes parties de la raie λ 438 du fer, large de $1^A,8$ avec ses dépendances dégradées, et nous avons vérifié les résultats de 1908, obtenus avec un appareil moins puissant ([1]).

En résumé, nous avons reconnu les couches successives du fer, du calcium et de l'hydrogène et en particulier les couches supérieures qui sont les plus difficiles à dégager, mais les plus intéressantes. Ce résultat est dû en grande partie aux avantages précieux du grand spectrohéliographe à trois fentes, préconisé en 1893 et organisé en 1907.

MÉMOIRES LUS.

SISMOLOGIE. — *Sur le tremblement de terre du* 11 *juin* 1909 ([2]); par M. ALFRED ANGOT.

J'ai donné précédemment (*même Volume*, p. 71) quelques résultats préliminaires de l'enquête ouverte par le Bureau central météorologique à propos du tremblement de terre du 11 juin 1909. Les réponses adressées par les maires de toutes les communes des 17 départements sur lesquels a porté l'enquête sont en nombre suffisant (4245) pour permettre de tracer en détail la Carte de l'intensité de la première secousse (secousse principale). J'ai l'honneur de soumettre cette Carte à l'Académie.

La région d'intensité maximum comprend les 12 communes de Vernègues, Charleval, La Roque d'Anthéron, Salon, Pélissanne, La Barben, Lambesc, Saint-Cannat, Rognes, Le Puy-Sainte-Réparade, Venelles et Meyrargues. Dans ces communes, l'intensité a atteint ou dépassé le degré IX de l'échelle Mercalli-Forel (destruction partielle ou totale des édifices). La surface totale occupée par cette région épicentrale peut être évaluée

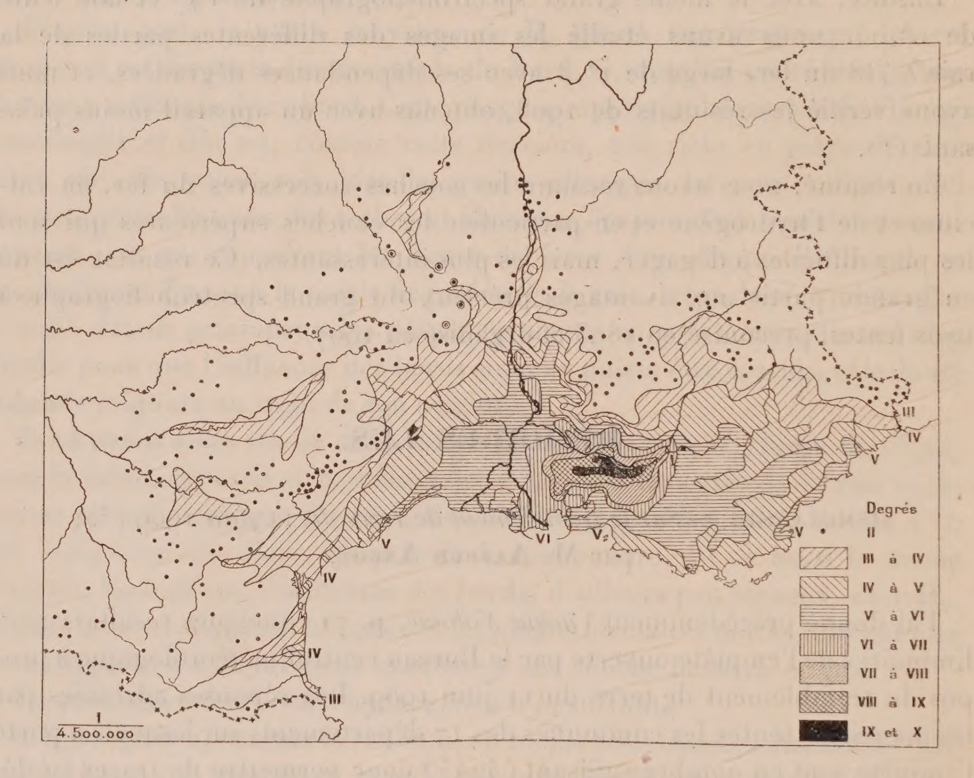
---

([1]) La partie dégradée, très large, donne, tout entière, les plages faculaires brillantes, ce qui explique la découverte de ces mêmes plages avec le petit appareil de 1894. La partie centrale donne aussi un peu ces plages brillantes, mais réduites à de fines arêtes et relativement beaucoup plus faibles.

([2]) Mémoire lu dans la séance du 13 septembre 1909.

à 360^{km^2} et est comprise tout entière dans l'arrondissement d'Aix, sauf la commune de Vernègues (arrondissement d'Arles).

La zone d'intensité VIII, qui entoure cette région centrale, comprend, en dehors du département des Bouches-du-Rhône, quelques communes du Vaucluse, dans les cantons de Cadenet et de Pertuis.



Enfin, l'intensité moyenne atteint ou dépasse VI dans un total de 20 cantons, dont 12 pour les Bouches-du-Rhône, 5 pour le Vaucluse, 2 pour le Gard et 1 pour les Basses-Alpes.

L'ensemble de la surface où l'ébranlement a été sensible peut être évalué pour les 17 départements considérés à 458^{Mm^2}; il est vraisemblable que la secousse a dû être ressentie en outre partiellement dans quelques départements qui n'ont pas été compris dans l'enquête, notamment dans la Haute-Garonne et dans la Loire.

Il ne m'appartient pas d'insister sur l'origine tectonique évidente du tremblement de terre, qui a été si bien mise en évidence par M. Paul Lemoine. Mais, en dehors de la région épicentrale qu'il a spécialement étudiée, il est intéressant de considérer la manière dont le mouvement s'est propagé au loin. Cette étude présente quelque difficulté, car, dans des parties diffé-

rentes d'une même commune, les mouvements observés peuvent être assez différents, suivant la nature du sol. Toutefois la Carte met en évidence quelques faits intéressants.

Les courbes isosistes, faute d'observations en nombre suffisant, sont souvent figurées comme des ellipses; elles présentent en réalité de très grandes irrégularités qui sont certainement en rapport avec la structure géologique; certains terrains sont plus aptes à transmettre les mouvements ou offrent peut-être des phénomènes de résonance. Sans insister sur l'étude de ces irrégularités, qui est du ressort de la Géologie, on remarquera toutefois que les mouvements du 11 juin ont montré une tendance remarquable à se propager au loin par les vallées. Ce mode de propagation ressort avec la plus grande netteté par exemple dans les vallées de la Tet, de l'Aude, du Lot et du Rhône. En particulier, dans l'arrondissement de Tournon, sur 120 communes qui ont répondu au questionnaire, 9 seulement signalent un mouvement appréciable : 2 d'entre elles sont sur les bords de l'Erieux et les 7 autres le long du Rhône. Par contre, dans le département de Vaucluse, très voisin de l'épicentre et où les secousses ont été généralement fortes, les mouvements ont été insensibles ou même nuls dans la région montagneuse des cantons de Mormoiron et de Sault. En particulier on n'a absolument rien ressenti à l'Observatoire du Mont-Ventoux.

Tous les résultats de cette étude, la première qui ait été faite en détail pour un tremblement de terre français, seront publiés, avec la Carte, dans un autre Recueil.

CORRESPONDANCE.

BOTANIQUE. — *De l'action des eaux minérales sur la striation et la forme des valves des Diatomées.* Note de M. **A. Lauby**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Ayant trouvé dans divers gisements en place du massif du mont Dore : La Bourboule, route du Mont-Doré à Besse, Egravats, des espèces à caractère franchement saumâtre (*Navicula halophila* Grun., *N. peregrina* Ktz., *Surirella ovalis* Breb., *S. ovata* Ktz., *Rhoicosphenia curvata* Grun.) ou marin (*Epithemia gibberula* Ktz.), j'ai recherché quelles pouvaient être les causes de la présence de ces formes dans nos dépôts d'eau douce.

Après bien des hypothèses pour expliquer leur origine dans cette région,

aucune ne m'ayant satisfait je me suis demandé si les sources minérales qui se déversaient dans les anciens lacs de l'époque tertiaire n'auraient pas eu une influence sur les espèces d'eau douce y vivant, d'autant que je notais dans les affleurements de la nouvelle route du Mont-Dore à Besse la présence de *Denticula valida* Ped. qui vit dans les thermes d'Ischia.

J'ai étudié à cet effet la flore diatomologique des travertins anciens de La Bourboule, ceux anciens et récents de Saint-Nectaire et les bassins d'eau minérale de cette localité réputée par sa flore et sa faune à types marins.

L'observation microscopique y met en relief :

1° Que certaines espèces (*Rhoicosphenia curvata*) se sont adaptées aux diverses conditions de vie qui ont présidé à la formation des dépôts anciens et récents et qu'elles existent encore dans le milieu créé par l'eau minérale de Saint-Nectaire ;

2° Que d'autres espèces (*Achnanthes subsessilis, Navicula halophila, Surirella Peisonis*) ne se trouvent que dans les travertins anciens et n'existent plus postérieurement.

Il fallait donc rechercher si *Rhoicosphenia curvata* présente des modifications dans ses divers gisements et pourquoi les autres espèces ne se sont pas maintenues.

La forme d'eau douce de *Rhoicosphenia curvata* présente de 8 à 12 stries en 10^{μ} suivant la face valvaire considérée, tandis que la forme marine (var. *marina*) en présente de 15 à 17.

Pour déduire des données précises de l'examen des formes fossiles, il faut comparer des types ayant vécu à la même altitude en des points aussi rapprochés que possible, car Schumann (¹) et M. Brun (²) ont observé que plus la cote des lieux de récolte était élevée, plus les stries des valves devenaient nombreuses et moins fortes, données vérifiées par le frère Héribaud pour le Massif central (³).

Le gisement en place de La Bourboule et les travertins anciens qui se trouvent à 4^{km} en amont dans le fond de cette vallée sont sensiblement à la même altitude (850^{m} et 880^{m}).

En comparant les formes de ces deux stations, on remarque qu'à La Bourboule *Rhoicosphenia curvata* présente 12 à 13 stries en 10^{μ} suivant la face

---

(¹) Schumann, *Die Diatomeen der Hohen-Tatra*, p. 38, Wien, 1867.

(²) J. Brun, *Les Diatomées des Alpes et du Jura*, 1880, p. 18.

(³) J. Héribaud, *Influence de la lumière et de l'altitude sur la striation des valves des Diatomées* (*Comptes rendus*, 1894).

valvaire considérée, tandis que, dans les travertins, les mêmes formes n'en possèdent plus que 9 à 11.

Ainsi, tandis que la forme de La Bourboule se rapproche de la variété *marina*, celle des travertins tend vers la forme d'eau douce. Si l'on compare les formes trapues des eaux minérales de Saint-Nectaire-le-Haut (750^m) à celle des travertins anciens qui se trouvent dans le fond de la vallée du Courançon, on note que, dans ces deux stations, les espèces présentent uniformément 10 et 13 stries en 10^μ suivant leur face. Cela ne devrait pas avoir lieu si l'on se base seulement sur leur différence d'altitude. De même *Epithemia gibberula* du niveau des Egravats (alt. 1342^m) possède 16 stries en 10^μ à la face ventrale; il se présente avec le même caractère dans les travertins anciens de Saint-Nectaire; notons aussi que l'espèce marine a également 16 stries. Pour que, dans des stations situées à de telles différences d'altitude, on constate le même nombre de stries dans cette espèce, il faut bien en rechercher la cause dans la nature du milieu où ces algues ont vécu.

Peut-on déterminer cette cause? Remarquons d'abord que *Achnanthes subsessilis, Navicula halophila, Surirella Peisonis* ne se trouvent que dans le travertin ancien et ne se rencontrent pas dans les formations ultérieures de même nature. Pour que ces algues saumâtres n'aient pas pu vivre lors de la formation des travertins récents il a fallu que la nature du milieu ait changé, c'est-à-dire que la salure des eaux ait notablement diminué.

Cette manière de voir est confirmée par le fait suivant : j'ai pu observer dans le travertin de Saint-Nectaire une chaîne d'*Achnanthes subsessilis* sous la forme représentée par W. Smith [1], qui a fort bien observé des chaînes de frustules avec *valves internes* se dédoublant. Les critiques de Ralfs [2], relativement à l'observation de Smith, ne sont pas justifiées, pas plus que les idées qu'il émet au sujet de ces formes (cellules génératrices d'après l'auteur); d'ailleurs, dans la dernière phrase de sa Note, Ralfs indique que Thwaites a observé l'*Hemantidium pectinale* en conjugaison, ce qui démontre que les cellules avec doubles valves ne peuvent être des cellules de régénération.

Van Heurck pensait que cette formation constituait une défense de la cellule contre une modification de l'état de son milieu, la cellule abritée par une deuxième enveloppe pouvant continuer à vivre dans des conditions défavorables.

Je l'explique de la manière suivante : la salure de l'eau diminuant, les frustules

---

(1) W. Smith, *British Diatomaceæ*, t. II, *Pl. XXXVIII, fig.* 302*. London, 1856.

(2) J. Ralfs, *Notes on the siliceous Calls of Diatomaceæ* (*Q. J. M. S.*, t. VI, 1858, p. 14).

deviennent malades. Ils développent alors des valves internes qui leur permettent de lutter contre les conditions défavorables du milieu ambiant; ainsi protégés, ils continuent à vivre et se dédoublent en formant une chaîne de deux frustules ayant à l'extérieur une valve double et à l'intérieur une valve simple. Mais, quand le développement est terminé, l'eau pénétrant par les valves nouvelles rend malades les deux frustules récemment formés qui vont se protéger à leur tour par la production de nouvelles valves; la chaîne a alors trois valves à l'extérieur et deux à l'intérieur; le dédoublement postérieur du chaînon donne la figure représentée par Smith et que j'ai observée pour les valves réunies de l'*Achnanthes subsessilis* du travertin ancien de Saint-Nectaire.

Par conséquent, c'est bien à la diminution de salure des eaux qu'est due la disparition des espèces que nous voyons progressivement s'éliminer quand les conditions de milieu deviennent de plus en plus défavorables. Dès lors, pour les espèces qui ont pu s'adapter aux conditions nouvelles, c'est bien à l'influence des corps minéralisateurs qu'il faut attribuer les modifications qu'on observe dans leur striation et leur forme.

On peut donc dire que c'est grâce à la présence des *sources minérales* dans les lacs anciens qu'on doit d'observer, dans les sédiments déposés par les eaux douces aux diverses époques géologiques, des formes à facies saumâtre ou marin.

ÉCONOMIE RURALE. — *Du lavage des pommes à cidre avec un oxydant calcique : défécation rapide du moût et fermentation pure.* Note de MM. **Henri Alliot** et **Gilbert Gimel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Le cidre étant la boisson habituelle des populations de l'ouest, du nord-ouest et d'une partie du nord de la France, sa fabrication doit préoccuper autant les hygiénistes que les techniciens. Il faut avoir vu de près ces affreux breuvages troubles, noirâtres, plats et acides, pour comprendre combien il serait désirable de vaincre la routine et d'amener les cidriers à s'intéresser davantage aux procédés de préparation basés sur des données scientifiques.

A ce titre, le lavage des pommes est indispensable pour les débarrasser des impuretés qui les souillent, mais il y a lieu de tenir compte de la qualité défectueuse des eaux dont on dispose trop souvent ou que bien des personnes utilisent sans discernement. Aussi, mettant à profit nos recherches relatives à l'action des oxydants sur la pureté des fermentations industrielles ([1]) qui démontrent l'influence favorable élective

([1]) *Comptes rendus*, 11 avril 1904.

de certains oxydants à l'égard des lèvures et leur pouvoir bactéricide vis-à-vis des anaérobies (butyriques, microbes de l'amertume, de la graisse, etc.), nous avons expérimenté, tour à tour : l'eau oxygénée H^2O^2; l'eau ozonisée $H^2O + O^3$; les hypochlorites de soude $(NaCl)^2O$ et de chaux $CaCl^2O$, mis en solution dans l'eau destinée au lavage des pommes.

A la dose de 40^{cg} à 60^{cg} par litre d'eau, plus que suffisante pour amener la destruction des pathogènes de l'espèce humaine, l'hypochlorite de chaux exerce une action particulièrement heureuse sur l'activité de la pectase, diastase coagulante des matières pectiques du jus de pommes. Les fruits, s'ils sont très sales, doivent avoir subi un premier lavage à l'eau ordinaire avant immersion dans la solution oxydante.

Nos expériences, commencées au laboratoire en 1905 (fermentation en ballons de 2^l), ont été poursuivies chez des cidriers pendant les campagnes 1907-1908 et 1908-1909. Elles nous permettent de formuler les conclusions suivantes :

1° L'addition d'hypochlorite de chaux (à la dose de 40^g à 60^g par hectolitre d'eau, suivant l'état de propreté des fruits) assure, en vue du lavage des pommes à cidre, la purification d'eaux douteuses au point de vue bactériologique.

On sait, à propos d'épidémie de fièvre typhoïde, quels soupçons ont plané sur des cidres de consommation courante.

2° Les jus de fruits ainsi traités subissent une défécation énergique et se clarifient rapidement. La coagulation des matières pectiques se fait toujours bien et il y a formation d'un chapeau brun abondant. Cela assure à cet égard la stabilité du cidre pour l'avenir. Les diastases, notamment la maloxydase, étant éliminées par précipitation, on évite ainsi la principale cause du noircissement.

3° L'hypochlorite de chaux a une action élective favorable sur le *Saccharomyces mali* et nuisible à l'égard des anaérobies : il résout pratiquement et de façon simple le problème de la fermentation pure.

4° En adjoignant à cette méthode des soutirages répétés, on peut obtenir des cidres se conservant donc plus longtemps (intéressant notamment pour la préparation des cidres en bouteilles).

5° Ce procédé peut, avantageusement, être combiné avec l'emploi des ferments sélectionnés.

6° Au point de vue analytique, on constate une très légère augmentation de matières minérales.

Il reste quelques milligrammes de chlorures, nullement nuisibles.

Voici, à titre d'indication, l'analyse faite au 5 mai 1909 de deux cidres en fûts (qualité ordinaire d'Ille-et-Vilaine), préparés avec le même lot de

pommes, mais dont une partie avait été traitée par notre méthode et l'autre laissée comme témoin (ces derniers fruits étaient relativement propres); ces deux cidres avaient subi un soutirage :

	Cidre de pommes traitées.	Cidre témoin.
Densité	1008,5	1002,5
Alcool pour 100	4°	4°,8
Acidité en SO^4H^2 (moins CO^2)	1,65	2,15
Tanin	0,7	0,7
Sucre réducteur	21,1	5,1
Extrait à 100°	42	29,5
Cendres	2,3	2,2

7° Au point de vue organoleptique, aucune modification.

PATHOLOGIE. — *De l'action préventive du sérum normal de mouton sur* Trypanosoma Duttoni (*Thiroux*, 1905). Note de M. **A. Thiroux**, présentée par M. Laveran.

Depuis les expériences de Laveran [1] sur l'action du sérum humain vis-à-vis des trypanosomes pathogènes autres que *Trypanosoma gambiense*, aucun sérum normal n'avait été signalé comme agissant sur les trypanosomes. D'autre part, aucun sérum normal n'avait été reconnu actif vis-à-vis des trypanosomes non pathogènes du type *Lewisi*, cultivables sur milieu de Novy.

Au cours de nos recherches sur les trypanosomiases, nous avons observé que le sérum de mouton, injecté dans le péritoine de souris en même temps que *Trypanosoma Duttoni*, empêchait l'infection de se produire, et nous avons institué une série d'expériences pour vérifier quelle était l'action du sérum de mouton sur *Tr. Duttoni*.

Dans une première expérience, six souris (*Mus musculus*) sont inoculées dans le péritoine et deux par deux avec un mélange pour chaque souris de $0^{cm^3},5$ de sérum normal de mouton et de 6 gouttes de sang de souris (trypanosomes non rares), restés en contact 40 minutes, 3 heures et 19 heures. L'hémolyse des hématies de souris se produit en 8 minutes, mais les trypanosomes restent bien mobiles pendant plus de 24 heures. Aucune des six souris ne s'infecte.

Deux souris témoins, inoculées dans le péritoine avec 6 gouttes du même sang plus $0^{cm^3},5$ d'eau citratée, s'infectent au bout de 2 et 3 jours.

Dans une deuxième expérience, six souris sont inoculées dans le péritoine et deux par deux avec $0^{cm^3},5$ de sérum de mouton normal plus 6 gouttes de sang de souris

(trypanosomes non rares) restés en contact 5, 15 et 30 minutes. Aucune des six souris ne s'infecte. Deux souris témoins, inoculées dans le péritoine avec 6 gouttes du même sang plus $0^{cm^3},5$ d'eau citratée, s'infectent au bout de 2 jours et de 6 jours.

Les souris de la première expérience, qui n'ont pas été infectées, sont réinoculées dans le péritoine avec 6 gouttes de sang de souris (tr. non rares), 19 jours après l'inoculation du mélange virus-sérum. Elles s'infectent en 5 jours sans présenter aucune immunité.

Dans une troisième expérience, deux souris sont inoculées sous la peau des cuisses, à droite avec 6 gouttes de sang de souris (tr. non rares), à gauche avec $0^{cm^3},5$ de sérum de mouton normal; une seule s'infecte au bout de 21 jours. Deux témoins, inoculés sous la peau du dos avec 6 gouttes du même sang, s'infectent en 6 jours et en 20 jours.

Dans une quatrième expérience, deux souris sont inoculées sous la peau avec $0^{cm^3},5$ de sérum de mouton normal et dans le péritoine avec 6 gouttes de sang de souris (tr. non rares). Une seule s'infecte en 5 jours. Deux témoins, inoculés dans le péritoine avec 6 gouttes du même sang, s'infectent en 4 jours.

Nous avons aussi injecté, à des souris infectées, du sérum de mouton normal sans jamais voir disparaître *Tr. Duttoni*.

Enfin, nous avons inoculé dans le péritoine de deux souris un mélange de sérum de mouton normal et d'un trypanosome pathogène, *Tr. dimorphon;* elles se sont infectées en même temps que les témoins.

Il ressort de ces expériences que le sérum de mouton normal a une action préventive vis-à-vis de *Tr. Duttoni*. Cette action s'exerce d'une façon absolue lorsqu'il est employé en mélange avec le virus et quel que soit le temps de contact. L'action préventive se manifeste encore dans la moitié des cas, lorsque virus et sérum sont injectés en même temps, mais en différents points du corps. Les animaux, qui ne se sont pas infectés à la suite de l'injection du mélange virus-sérum, ne jouissent d'aucune immunité. Le sérum de mouton normal n'a plus aucune action une fois l'infection produite. Son action préventive semble spécifique vis-à-vis de *Tr. Duttoni*, elle ne s'étend pas aux trypanosomes pathogènes.

Le sérum a été fourni par un mouton du Sénégal, à poils assez longs, mais non laineux et de la petite race dite *toucouleur*.

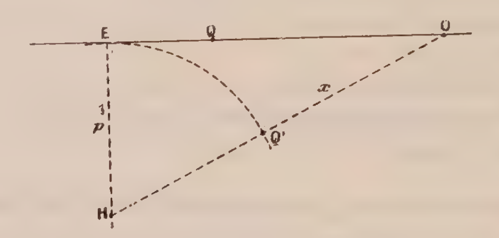
Nous avons tenté les mêmes expériences avec *Tr. Lewisi* sur *Mus rattus* et *Mus decumanus;* dans ce cas, le mélange sérum de mouton plus *Tr. Lewisi* n'a pas infecté un rat, mais nous avons été obligé de renoncer à nous servir des rats du Sénégal, ces animaux étant infectés dans la proportion de 90 pour 100, et ceux qui ne le sont pas ayant des chances de posséder l'immunité par suite d'atteintes antérieures.

---

(1) LAVERAN, *Comptes rendus*, 1er avril 1902, 6 juillet 1903 et 22 février 1904.

SISMOLOGIE. — *Calcul de la profondeur des hypocentres sismiques.* Note de M. **Comas Solá**, présentée par M. Bigourdan.

On connaît les résultats peu satisfaisants du calcul de la profondeur des hypocentres, même en se servant de l'hodographe, de l'indicatrice et de l'équation de Cancani. Les écarts énormes qu'on trouve pour un même hypocentre, en se servant de l'hodographe, enlèvent presque toute valeur scientifique aux résultats. Je me suis proposé de trouver un autre procédé qui soit : 1° simple et relativement exact; 2° indépendant des erreurs horaires absolues commises dans les sismogrammes; 3° réalisable avec les données d'un seul sismogramme.



Je suppose, comme toujours, que le foyer d'ébranlement est sensiblement un point, ce qui peut être faux, mais l'hypothèse est inévitable; d'ailleurs, en tout cas, je ne crois pas que cette supposition puisse modifier profondément le résultat. Je suppose aussi que le calcul s'applique seulement à des distances tout au plus de 500^{km} pour des sismes sévères ou désastreux d'origine tectonique, c'est-à-dire pour des sismes de grande surface d'ébranlement, ou à des distances de 200^{km} tout au plus pour des macrosismes d'intensité quelconque, mais dont l'aire pléistosiste soit faible.

Dans ces conditions, soient :

E l'épicentre;
O l'emplacement du lieu d'observation;
δ la distance de ces deux points mesurés sur un arc de grand cercle qui, dans nos conditions, est sensiblement une droite;
H l'hypocentre dans la verticale du point E;
p la distance entre E et H, c'est-à-dire la profondeur cherchée de l'hypocentre.

En supposant d'abord rectilignes les lignes de choc et, partant, uniforme la vitesse de propagation des vibrations longitudinales, au moment où elles arrivent en E, elles arrivent aussi en un point Q' sur HO, point qui sera éloigné de H de la même quantité que E. Nous pouvons admettre alors qu'au même instant partent de Q' les ondes

longitudinales et de E les ondes de la troisième phase (commencement de l'onde maximum de la grande phase dans les sismogrammes).

Soient V la vitesse de propagation des ondes longitudinales et v la vitesse des ondes de la troisième phase. Quand le premier mouvement sera arrivé au point O, le commencement de la grande phase se trouvera en Q. Le temps employé par les mouvements de la troisième phase pour parcourir QO sera $t_3 - t_1$, en appelant t_3 et t_1 les moments de l'arrivée des ondes de la troisième et de la première phase.

Par conséquent,

$$(\alpha_1) \qquad (t_3 - t_1)v = \mathrm{QO}.$$

Mais

$$(\alpha_2) \qquad \mathrm{QO} = \mathrm{EO} - \mathrm{EQ}$$

et

$$\mathrm{EQ} = v\tau, \qquad \mathrm{Q'O} = \mathrm{V}\tau,$$

en appelant τ le temps employé par chacun des deux mouvements pour aller de E à Q et de Q' à O. Éliminant τ entre ces deux équations, nous avons

$$\mathrm{EQ} = \mathrm{Q'O}\frac{v}{\mathrm{V}},$$

valeur qui, substituée dans (α_2), nous donne

$$\mathrm{QO} = \mathrm{EO} - \mathrm{Q'O}\frac{v}{\mathrm{V}} = \delta - \chi\frac{v}{\mathrm{V}},$$

en représentant par χ la distance Q'O.

Mais, d'après (α_1),

$$(t_3 - t_1)v = \delta - \chi\frac{v}{\mathrm{V}},$$

ou, enfin,

$$\chi = \frac{\mathrm{V}}{v}[\delta - (t_3 - t_1)v].$$

D'autre part, le triangle rectangle OEH nous donne, en appelant p, comme il a été dit, la profondeur de l'hypocentre :

$$p = \frac{1}{2}\left(\frac{\delta^2}{\chi} - \chi\right).$$

En réalité, V est une quantité variable, fonction de la profondeur de l'hypocentre. Cette fonction est théoriquement inconnue et évidemment très complexe. Nous limitant aux conditions préfixées pour δ et rappelant que la profondeur des hypocentres est très petite par rapport au rayon de la Terre, je crois pouvoir adopter, pour le moment, les vitesses données par M. Benddorf en fonction de la profondeur. Dans ces conditions, j'adopte,

au moins provisoirement, la fonction empirique suivante, très simple :

$$V = 5,5 + 0,0206\,p.$$

D'autre part, la vitesse v est sensiblement uniforme et égale, d'après les plus récentes et exactes observations, à 3,4; partant, nous pouvons écrire les trois équations suivantes, qui résolvent le problème :

$$(\beta_1) \qquad \chi = \frac{V}{3,4}[\delta - (t_3 - t_1)3,4],$$

$$(\beta_2) \qquad p = \frac{1}{2}\left(\frac{\delta^2}{\chi} - \chi\right),$$

$$(\beta_3) \qquad V = 5,5 + 0,0206\,p.$$

Je dois noter que V est ici regardé comme une vitesse moyenne, ce qui équivaut à substituer à une vitesse variée une vitesse fictive uniforme ; également, la trajectoire rectiligne HO est une représentation fictive de la courbe compliquée de la ligne de choc réelle. Mais on voit aisément que, dans les limites imposées à δ, ces suppositions n'altèrent pas le résultat du problème.

Pour résoudre le système (β_1), (β_2), (β_3), le moyen le plus simple, dans la pratique, est un tâtonnement tel que le suivant : on commence par donner à p une valeur hypothétique p', en harmonie avec les caractères du tremblement de terre à étudier, et l'on calcule V par (β_3) ; on porte cette valeur dans (β_1), et enfin on calcule p par (β_2). Généralement on trouve une valeur p'' différente de p' : alors on recommence le calcul avec une valeur $p''' = \frac{p' + p''}{2}$, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on retombe à peu près sur la valeur de départ.

Voici les résultats obtenus pour quelques tremblements de terre récents :

1909.	Lieu du tremblement de terre.	Lieu d'observation.	Instrument.	δ.	$t_3 - t_1$.	p.
				km	s	km
Avril 23	Portugal	Observ. Fabra	Cancani	909	137	55
Id.	Id.	Cartuja (Grenade)	Wiechert	500	78	51
Juin 11	Provence	Observ. Fabra	Vicentini	360	61	61
Août 2	Portugal	Cartuja (Grenade)	Pend. vertical	500	76	45

Pour le tremblement de terre du 23 avril, l'épicentre est trop loin de Barcelone pour que ce mode de calcul soit légitime; mais je l'applique

cependant pour montrer que les résultats sont néanmoins de même ordre pour p.

Pour les tremblements de terre de Catalogne, dont l'épicentre est voisin de l'Observatoire Fabra et dont l'intensité est généralement de V à VI de l'échelle de Mercalli, je trouve des profondeurs qui varient de 2^{km} à 4^{km} : on comprend facilement que, pour ce calcul, on devra préférer les sismogrammes donnés par des appareils à grande vitesse et amortis.

Enfin, en supposant la profondeur p négligeable et en prenant une moyenne appropriée de la relation $\frac{V}{v}$, on peut déduire de (β_1) la formule simple suivante pour le calcul approché des distances épicentrales comprises entre 200^{km} et 1000^{km} :

$$\delta = 6,6(t_3 - t_1).$$

Voici quelques résultats fournis par cette formule comparés aux nombres réels :

Dates.	Lieu du tremblement de terre.	Lieu d'observation.	δ réel.	δ calculé.
			km	km
1908. Déc. 28	Messine	Observatoire Fabra	1200	1188
1909. Avril 23	Portugal	Id.	900	904
Id.	Id.	Obs. de Cartuja	500	515
1909. Juin 11	Provence	Observatoire Fabra	360	403

M. **Carlos A. Hesse** adresse une Note, en langue espagnole, *Sur un projet de réforme du calendrier*.

M. **Edwin Fairfax Naulty** adresse une Note, en langue anglaise, *Sur la vraie relation du pôle magnétique au pôle géographique*.

M. **Th. Tommasina** adresse une Note intitulée : *Nouveaux apports à la théorie de la lumière*.

(Renvoi à la Section de Physique.)

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 septembre 1909.

Bulletin de la Société philomathique de Paris, 10e série, t. I, n° 3, 1909. Paris, 1909; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, t. XXXVI, fasc. 1. Genève et Paris, 1909; 1 vol. in-4°.

Annuaire de la Société de l'Industrie minérale, 1909-1910. Saint-Étienne, 1909; 1 vol in-8°.

Communicações da commissão do Serviço geologico de Portugal, t. VII, fasc. 2. Lisboa, 1908-1909; 1 vol. in-8°.

Tests concerning tubercle bacilli in the circulating blood, by Schrœder and Cotton. Washington, 1909; 1 fasc. in-8°.

Annuaire statistique de la ville de Buenos-Ayres, 1908. Buenos-Ayres, 1909; 1 vol. in-8°.

Revista dos cursos da faculdade de Medicina da Bahia, t. VI. Bahia, 1908; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 28 juin 1909.)

Note de M. *Ch. Tanret,* Sur l'amidon soluble :

Page 1775, ligne 4, *au lieu de* M. Fernbach, *lisez* MM. J. Wolff et A. Fernbach.

(Séance du 23 août 1909.)

Note de M. *Ch. Lallemand.* Sur les mouvements de la verticale, etc. :

Page 435, ligne 4, *au lieu de* termes en cos $\mathcal{H}$, *lisez* termes en $\mathcal{H}$.
Même page, ligne 9, *au lieu de* l'onde semi-diurne, *lisez* l'onde diurne.
Même page, ligne 12, *après* (6), *ajoutez* $d = d_m(1 - e \cos nt)$ et ....
Même page, ligne 13, *après* moyenne distance, *ajoutez* d_m.
Page 436, ligne 9, *avant* la formule, *ajoutez* (11 *bis*).